

固相接合装置の開発

機能素材加工課 山岸英樹

電元社トーア株式会社 大森伸朗、久田康一、中村吉宏、森下久生、大坪拓也、伊藤宏明

1. はじめに

筆者が近年提案、実証している新たな低温鍛接法(Cold forge-welding: CFW)¹⁻⁴⁾は、従来鍛接法(基本的にフラックスを用いる主に低炭素鋼同士の高温固相接合)とは全く異なり、高生産性のもと幅広い材料間で高強度接合(同種材/異種材)を実現する。適切に低温予熱した部材を加圧することで、自然酸化被膜等の汚染層を塑性流動により接合界面で極めて薄く引き延ばし、創成した新生面あるいはそれに近い面において低温で効率的に短時間拡散接合するものである(低温固相接合)。多くの異材接合において問題となる金属間化合物(IMC)の生成厚を数nm~数十nmに抑制、「IMCを無害化(実質IMCフリー化)」できる。大気中における簡単なプロセスでありながら、加圧形態に応じて高速かつ高強度に面接合あるいは選択的な点接合を実現するものである。

本研究では、本接合機構を実現するスポット接合装置⁵⁾の開発に取り組んだ。本稿ではバッテリーのパウチ型セルにおけるタブリード接続を模擬した接合例を示す。

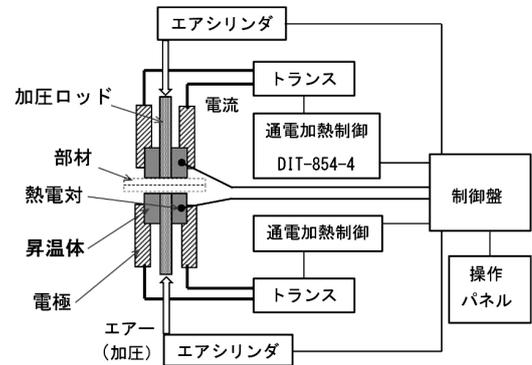


Fig. 1 Schematic diagram of the spot forge-welder

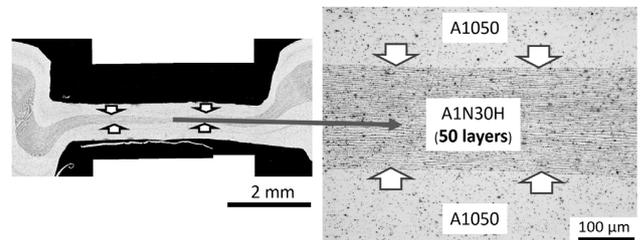


Fig. 2 Cross-sectional optical micrograph

2. 実験結果など

装置概略を Fig. 1 に示す。ジュール熱で昇温体を加熱し、接合部材を間接的に予熱する。なお、本図において加圧は空圧の例を示しているが、要求荷重レンジに応じて、ACサーボモータや油圧などを適宜選択し装置を構成する。

厚み 12 μm の純アルミニウム箔(A1N30H)を50枚積層し、その上下面をそれぞれ厚み 0.5 mm 及び 0.8 mm の A1050 アルミニウム合金板材でサンドイッチしたものを当該装置で接合した(鍛接径 6 mm)。本接合法で基本パラメータとなる接合温度と圧下比を変化させ、その接合部の引張せん断荷重及び破壊形態の関係を整理した。さらに接合断面及び界面形態を観察により調べた。

適切な条件において接合部の引張せん断荷重は 400 N に達し、その破壊形態はアルミニウム合金板材の母材破断となった。光学顕微鏡による接合部の断面写真を Fig. 2 に示す。50 層のアルミニウム箔を適切な圧下比で接合できている。

Fig. 3 は当該断面の中央近傍における EBSD 解析結果である。アルミニウム箔が破れなく、全 51 の接合界面において健全な固相接合界面を実現している。

従来抵抗溶接機の材料制限を打ち破る次世代のスポット接合機として、アルミニウム化が進む車体組み立てラインだけでなく、このような電池電極部陪材へも適用ができることを示した。

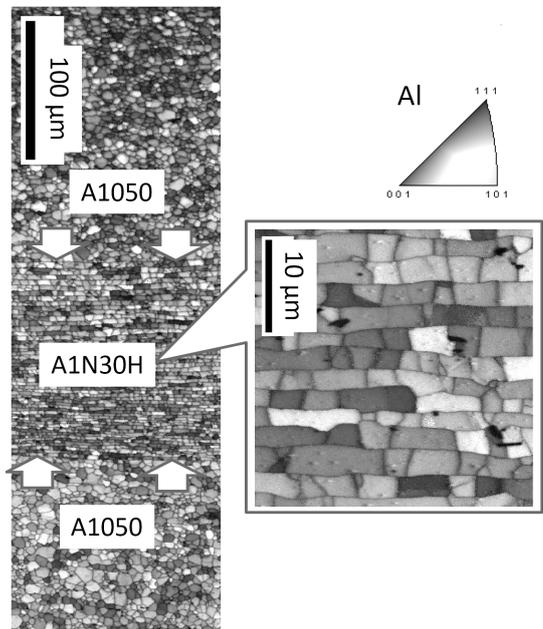


Fig. 3 Cross-sectional EBSD analysis

参考文献

- 1)特許第 7114029 号公報
- 2)PCT/JP2021/003018
- 3)H. Yamagishi: *Metall. Mater. Trans. A*, 52A (2021) pp. 741-752
- 4)山岸:アルトピア, カロス出版, 52,12(2022) pp. 14-21
- 5)特願 2022-108674 号
- 6)中村: 溶接技術, 産報出版, 70,1(2023) pp. 96-99